

제조방법이 다른 두 종류의 머루즙 첨가가 빵의 이화학적 및 관능적 특성에 미치는 영향

이병용 · 이맑음 · 오진환 · 김은초 · 서정희[†]
강원대학교 식품영양학과

Preparation and Characterization of Physicochemical and Sensory Properties of Bread Enriched with Two Types of Wild Grape Extract

Byung Yong Lee, Malp-Eum Lee, Jinhwan O, Eun-Cho Kim and Jeonghee Surh[†]
Department of Food and Nutrition, Kangwon National University

Abstract

Two types of wild grape extracts(WGE) prepared by different methods were added into butter-top bread at different concentrations(0, 5, 10, 15, 20% of water). Then, the resulting breads were analyzed for their physicochemical and sensory properties in order to identify whether or not the WGE-enriched breads were comparable to control bread in terms of qualities and preferences. Wild grape sugar mixture(WGS), which was prepared by osmotic dehydration of wild grape fruits with the same amounts of sugar, presented significantly lower moisture content and titratable acidity as well as higher pH and sugar content compared to wild grape juice(WGJ), which was produced by boiling the fruits in a vacuum jar and squeezing. The pH of the doughs and breads containing WGE tended to decrease with increasing amounts of WGE, and this phenomenon was more appreciable in those containing WGJ than WGS. This was presumably due to the higher contents of tartaric acid in WGJ. For both types of extracts, hardness, gumminess, and chewiness of the doughs decreased with the addition of WGE, nevertheless, which properties were not remained in the resulting breads. This could be partially attributed to the relatively high degree of baking loss and lower pH of the WGE-enriched breads than those of control bread. Contrary to the mechanical analyses, the sensory properties of the breads were dependent on the WGE type. That is, WGJ-enriched bread showed lower consistency and moistness than control bread, which consequently led to relatively lower overall acceptability. However, WGS addition did not adversely affect the sensory properties of the bread. In particular, addition of 5% WGS somewhat improved the physical and sensory qualities of the bread. Thus, WGE-enriched bread could be produced without loss of bread quality when prepared with 5% WGS.

Key words: wild grape extract, bread, dough, sensory property, mechanical analysis

1. 서론

현대사회의 빠른 산업화와 여성의 사회진출로 인한 생활양식의 변화로 우리의 식생활도 전통적 개념의 식사에서 벗어나 결식 혹은 빵, 시리얼, 전식 등의 편의식으로 대체되는 비율이 증가하고 있다(Kang NE 등 2006, Yun S 등 2010). 한편, 현대인들은 평균 수명이 연장되고, 이와 더불어 노화관련 질환이 증가함에 따라 건강에 대한 높

은 관심을 나타내고 있으며, 이는 웰빙 식생활을 추구하는 현상으로 이어지고 있다(Bae JH 등 2003). 이와 같이, 편의식 위주의 아침식사가 늘고, 소비자의 건강 지향적인 욕구가 증가함에 따라, 편의식에 영양성 및 기능성을 부가시킨 제품을 연구개발하고자 하는 움직임이 활발해지고 있다(Bae JH 등 2003, Jeon JR와 Kim J 2004). 제빵 업계에서도 이러한 동향을 반영하여, 자연 친화적이며 건강 지향적인 빵을 개발하기 위해 기능성 및 저장성을 증가시킬 수 있는 식품소재를 빵의 부재료로 첨가한 다양한 제품을 개발하여 상품화를 시도하고 있다(Park ID와 Chung DO 2003, Jeon JR와 Kim J 2004, Lee JH 등 2005). 특히, 빵의 이화학적 및 관능적 품질을 저하시키지 않고도 기능성 재료나 천연물질을 효과적으로 첨가하기 위해, 반죽

[†]Corresponding author: Jeonghee Surh, Department of Food and Nutrition, Kangwon National University
Tel: 033-570-6884
Fax: 033-570-6889
E-mail: jsurh@kangwon.ac.kr

단계, 제빵 단계 모두에서 물성 및 관능에 대한 데이터를 확보하여 과학적으로 분석함으로써, 최적의 제빵 조건을 도출한 연구들이 많이 보고되고 있다. 그 대표적인 예로서, 양과분말 첨가빵(Bae JH 등 2003), 흑미가루 첨가빵(Jung DS 등 2002), 복분자 착즙액 첨가빵(Kwon KS 등 2004), 매실분말 및 매실농축액 첨가빵(Park WP 등 2008), 현미가루 첨가빵(Kim MH와 Shin MS 2003), 허브 첨가빵(Park ID와 Chung DO 2003) 등에 관한 연구들이 있다. 또한, 빵의 반죽단계에서, 기능성을 지닌 특정 부재료의 첨가 가능성을 검토한 연구들로는, 대추 추출액을 첨가한 빵 반죽(Lee JH 등 2005), 실크렙티드를 첨가한 빵 반죽(Kim YH 2004), 파래를 이용한 빵 반죽(Lim EJ 등 2007), 누에가루 첨가 빵 반죽(Kim YH 등 2005) 등을 기계적으로 분석한 연구들이 보고되고 있다. 제빵 과정에 기능성 부재료를 첨가한 위 연구들을 고찰하면 특징적인 공통점이 관찰된다. 첫째, 기능성 성분을 함유한 부재료의 형태에 따라, 분말일 경우에는 밀가루의 일정량을 그 분말로 대체하여 첨가하였고, 착즙액 등 액상일 경우에는 수분의 일정량을 착즙액 등으로 대체하여 첨가하였다. 이는, 빵이 다른 편의식에 비해 부재료의 첨가가 그 형태에 관계없이 비교적 용이함을 시사한다고 할 수 있다. 둘째, 기능성 식품소재를 함유한 빵 제조에 지역의 특산물을 활용한 예가 많았다(Bae JH 등 2003, Kwon KS 등 2004, Lee JH 등 2005). 이러한 특징은, 최근 들어 각 지방자치단체가 그들의 당면 과제인 “지역 특화 이미지 구축” 및 “지역 경제 활성화”를 달성하는 하나의 대안으로 지역 특화 소재를 이용한 식품 개발을 시도하는 움직임과 관련되어 있다(Kang IJ 등 1997, Cho SD와 Kim GH 2005, Chang SK 등 2008, Surh J 등 2009). 지역 특산물을 활용한 식품의 개발은 그 지역 식품업체의 소득 증대뿐만 아니라, 지역 특산물의 소비를 증대시키고, 지역을 대표하는 관광상품으로 브랜드화시킬 수 있는 장점이 있기 때문이다.

머루(*Vitis coignetiea*)는 포도과에 속하는 넝쿨성 목본 식물로, 품종, 숙도 및 재배 환경의 차이에 따라 다소 성분의 차이가 있으나, 양질의 알칼리성 식품으로 Ca(73 mg/100 g), P(10 mg/100 g), Fe(1.7 mg/100 g) 등 무기질의 함량이 높고 유기산과 비타민 B₁, B₂, B₃(각 0.05, 0.03, 0.5 mg/100 g), C(8 mg/100 g) 등 수용성 비타민 등이 골고루 함유되어 있어 어린이의 두뇌 발달과 성장에 도움을 주는 것으로 알려져 있다(Choi SY 등 2006, National Rural Resources Development Institute RDA 2007). 머루의 뿌리에는 포도과에서 발견되는 resveratrol류가 함유되어 있어 탁월한 염증 효능을 보이는 것으로 알려져 있으며, 머루 열매에는 phenolic acids와 flavonoids 등 페놀성 물질이 다량 함유되어 있어 뛰어난 항산화력을 나타내고 있고, 그 외에 안토시아닌, 플라보노이드 등의 기능성 색소가 풍부하여 항암 및 항알러지, 혈관 이완 작용 등의 생리활성도

더불어 보고되고 있다(Choi SY 등 2006, Xia EQ 등 2010). 현재 강원도 삼척산 머루는 머루와인과 머루즙의 형태로 시판되고 있으며, 본 연구에서는, 이 중 머루즙을 제빵 과정에 적용하고자 하였다. 빵을 개발 대상 식품으로 선정한 이유는, (i) 최근 소비가 증가되고 있는 편의식 형태의 제품이며(Korea Health Industry Development Institute 2007), (ii) 물성이 부드러워 이용성이 높고, 식사대용이 가능한 정도의 열량 및 단백질을 공급할 수 있으며(Lim EJ 등 2007), (iii) 본 연구에서 지역 특산물로 활용할 소재인 머루즙이 착즙액의 형태이므로, 제빵 과정 중 수분을 대체하여 첨가하기가 용이하고, (iv) 기능성 소재를 강화시킨 빵의 개발 및 상품화에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으므로, 기능성이 부가된 식사대용의 편의식에 대한 소비자들의 욕구를 충족시킬 가능성이 높으므로, 머루즙이 적용될 개발 대상 식품으로 빵을 선정하였다.

본 연구에서는 지역을 대표하는 상징적 이미지를 지닌 강원도 삼척의 대표적 특산물 중 하나인 머루를 제빵 과정에 적용하여 이화학적 및 관능적 특성을 평가함으로써, 지역특화식품으로의 개발 가능성을 살피고자 하였다. 현재, 강원도 삼척산 머루즙은 제조방법이 다른 두 가지의 형태로 시판되고 있으므로, 첫째, 제조방법에 따른 두 머루즙의 화학적 성분을 분석 비교하고, 둘째, 수분을 대체하여 두 종류의 머루즙을 다양한 농도로 첨가하여 제빵한 후, 그 과정에서 얻어진 반죽 및 완성된 빵을 이화학적 특성 및 관능적 특성의 측면에서 분석하여 평가함으로써, 각종 기능성 물질과 생리 활성 성분이 다량 함유된 머루즙이 빵 품질의 저하 없이 효과적으로 제빵과정에 부가될 수 있는지를 검토하고자 하였다.

II. 연구내용 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 머루즙은 강원도 삼척시 너와마을에 소재한 머루영농조합법인으로부터 2010년 2월에 구입되었으며, 제조방법이 다른 두 종류의 머루즙이 제빵에 사용되었다. 첫 번째 머루즙(Wild Grape Juice, WGJ)은, 머루송이로부터 머루 열매만을 분리하여 고압 하에서 끓여 착즙한 후 씨앗이나 껍질 등을 제거하고 얻은 즙이며, 두 번째 머루즙(Wild Grape Sugar Mixture, WGS)은, 머루 열매를 동량의 설탕과 함께 용기에 넣고 뚜껑을 덮어 실온에서 100~150일 정도 보관한 후 얻어진 맑은 액으로, 두 머루즙 제조에 사용된 머루는 모두 2009년도 강원도 삼척산이었다. WGJ 머루즙은 파우치팩에, WGS 머루즙은 유리병에 담아 시판 중인 것을 구입하였다. 제빵 실험에 사용된 재료는 강력분 밀가루(대한제분), 설탕(대한제당), 생이스트(오뚜기사), 제빵개량제(Puratos), 소금(한주소금), 버터(오뚜기사), 탈지분유(서울우유), 계란으로 모두 시중에

서 구입하여 사용하였다.

2. 머루즙의 성분 분석

제조방법이 다른 두 머루즙의 주요 성분을 비교하기 위해, 각각의 머루즙에 대해 수분, 조단백질, 회분, 당도, pH 및 총산도(titratable acidity)를 분석하였고, 전자코(electronic nose)를 이용하여 향미성분 패턴을 확인함으로써, 제조방법이 다른 두 머루즙이 향미성분에 있어 차이가 있는지를 확인하였다. 수분은 적외선 수분측정기(MB45 Moisture Analyzer, OHAUS, Switzerland)로 정량하였으며, 조단백질은 킬달 분해 장치(Digestion unit K-424, Buchi, Switzerland), 증류 장치(Kjelflex K-360, Buchi), 적정 장치(702 SMTitrino Metrohm, Buchi)를 연속적으로 사용하여 micro-Kjeldahl법으로 분석한 후, 질소계수 6.25를 곱하여 시료의 조단백질 함량을 산출하였다(AOAC 1990). 조회분은 백색에서 회백색의 회분이 얻어질 때까지 550°C 회화로(MF31G, JEIO TECH)에서 시료를 완전 회화시킨 직접회화법으로 분석하였다(AOAC 1990). 머루즙의 당도와 pH는 각각 굴절당도계(refractometer, PR201, Atago, Japan)와 pH meter(725P, Istek, Korea)로 추가의 회석 과정 없이 바로 측정하였다. 머루즙의 총산도는, 각 머루즙에 증류수를 첨가하여 500배 희석한 후 0.01 N(F=1.025) NaOH로 중화적정하여, 소모된 NaOH 부피로부터 머루즙 속 총산의 함량을 머루에 가장 많이 존재하는 유기산인 주석산(tartaric acid, 150.1 g/mol)의 함량으로 산출하였다(Skoog DA 등 2000). 머루즙의 향미성분 패턴을 확인하기 위해, 각각의 머루즙을 시료용기에 담은 후, DB-5 column(1 m×250 µm×0.25 µm, J&W Technology, USA)이 장착된 전자코(GC/SAW Electronic Nose System, Fast GC Analyzer Model 7100, Electronic Sensor Technology, CA, USA)에 주입하였다. Inlet temperature는 100°C, 검출기는 surface acoustic wave(SAW) quartz microbalance이며, column 초기온도를 40°C로 하고 70°C까지 온도를 증가시키는 temperature gradient 조건으로 분석하였다. 모든 실험은 3회 반복 실시하였으며, 결과는 평균값으로 나타내었다.

3. 빵(butter-top bread)의 제조

머루즙 첨가빵을 제조하기 위한 재료의 배합비는 Table 1과 같다. 머루즙을 첨가하지 않은 빵을 대조군으로 하였고, 머루즙 첨가빵을 제조하기 위한 머루즙 첨가 농도는, 제빵 특성이 크게 저하되지 않는 범위에서 대조군의 수분 첨가량을 기준으로 하여 그 양의 5, 10, 15, 20%로 정하였다. 머루즙이 액상이므로, 제빵 재료들 중 수분을 대체하여 머루즙을 첨가하였고, 머루즙 첨가에 따라 증가된 당의 함량은 설탕량에서 감하여 레시피를 조정하였다. 그 외 재료들의 배합비는 모두 동일하게 고정하였다.

Table 1. Formula for the preparation of butter-top breads that are enriched with two types of wild grape extracts at varied addition levels(unit: g)

Ingredients	Control	5%	10%	15%	20%
Wheat flour	300	300	300	300	300
Wild grape extract ¹⁾	0	6	12	18	24
Water(WGJ/WGS) ²⁾	120/120	115.08/ 116.99	110.16/ 113.98	105.24/ 110.96	100.32/ 107.95
Sugar(WGJ/WGS) ³⁾	18/18	16.92/ 15.01	15.84/ 12.02	14.76/ 9.04	13.68/ 6.05
Yeast	12	12	12	12	12
Bread improver	3	3	3	3	3
salt	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
butter	60	60	60	60	60
skim milk power	9	9	9	9	9
egg	60	60	60	60	60

¹⁾ The content of wild grape extract(WGE) was calculated based on the water content(120 g) of the formula.

^{2,3)} WGJ and WGS are abbreviated each for wild grape juice and wild grape sugar mixture. The contents were adjusted by taking the water and sugar contents present in the two types of WGE into consideration(refer to Table 2).

빵 제조는 유지를 제외한 모든 재료를 한꺼번에 넣고 반죽하는 직접반죽법(straight dough method)을 따랐다. 예비실험에서, 반죽을 완료한 후 반죽의 온도를 측정된 결과 24°C로 비교적 낮아, 최종 반죽 온도를 상승시키고자 본 실험에서는 머루즙을 중탕하여 사용하였다. 버터를 제외한 모든 재료를 믹싱볼에 넣어 믹싱한 후, 클린업 단계에서 유지를 넣고 최종 단계까지 믹싱함으로써 반죽을 완료하였다. 반죽 제조에 소요된 시간은 20분 정도였고, 이때 반죽의 최종 온도는 27°C로 측정되었다. 제조된 반죽을 발효기(27°C)에 넣어 30분 정도 1차 발효시킨 후 꺼내어 460 g씩 분할하고 둥글리기를 함으로써, 반죽의 표면을 매끈하게 하고 동시에 내부에 가스를 균일하게 잘 분산된 상태로 포집하도록 하였다. 둥글리기 과정이 끝난 반죽을 다시 실온에서 10~15분 정도 중간 발효시킨 후 밀대로 밀어 반죽 내의 큰 가스를 제거하고 작은 가스가 균일하게 분산되도록 하였다. 이 후 반죽을 one loaf 형태로 성형하여 틀에 담아 37°C로 맞춰진 발효기에 넣은 후, 식빵 틀 상단에서 1 cm 아래 지점에 올라올 때까지 대략 1시간 정도 2차 발효를 시켰다. 2차 발효가 끝난 반죽은 반죽의 중간 부분에 칼집을 내고, 그 틈에 버터를 넣고 오븐(윗불 160°C, 아랫불 190°C)에서 적당한 정도의 윤기와 색이 형성될 때까지 30분간 구웠다. 다 구워진 빵은 틀에서 분리한 후 실온에서 2시간 방냉시켰다. 빵은 폴리에틸렌 백에 포장하여 실온(19±2°C)과 4°C에 저장하면서 시료로 사용하였다.

4. 빵의 굽기손실 및 향미 패턴측정

빵을 굽기 직전, 반죽 상태에서의 중량(dough weight, DW)과 구운 후 빵의 중량(bread weight, BW)을 측정하여 굽기 과정 중 일어난 손실정도를 ‘굽기손실율(%) = (DW-BW)/DW×100’로 나타내었다. 또한, 두 종류의 머루즙 각각에 대해 첨가 농도를 달리하여 만들어진 총 9종의 식빵을 6 cm×8 cm×4 cm(가로×세로×높이)의 크기로 잘라 시료 용기에 담은 후 전자코(GC/SAW Electronic Nose System, Fast GC Analyzer Model 7100, Electronic Sensor Technology, CA, USA)에 주입하여, 머루즙 분석과 동일한 방법으로 향미성분의 패턴을 관찰하였다.

5. 반죽과 빵의 pH, 당도 측정 및 외관

반죽과 빵의 pH를 측정하기 위해, 혼합이 끝난 직후의 반죽 10 g과 완성된 빵 2 g을 각각 비이커에 취하여 35 mL의 증류수와 혼합한 후 균질기(HMF-1000A, Hanil, Korea)로 30 sec~1 min 정도 균질화하였다. 각각의 준비된 반죽과 빵의 혼합액을 pH meter(725P, Istek, Korea)를 사용하여 pH를 측정하였으며, 증류수에 의한 희석배수는 측정된 pH 값에 반영하지 않았다. 완성된 빵의 당도는, 굴절당도계(refractometer, PR201, Atago, Japan)로 측정하였다. 완성된 반죽 및 빵의 외관은 디지털 카메라(Sony DSC-T5, Tokyo, Japan)로 촬영하여 관찰하였다. 모든 실험은 3회 반복 실시하여 평균±표준편차로 결과를 나타내었다.

6. 빵의 색도 측정

완성된 식빵의 crumb 부분을 색차계(Color-Eye 3100, GretagMacbeth, Italy)를 사용하여 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness)를 측정하였다. L값은 0(검정색)에서 100(흰색)까지, a값(적색도)은 -80(녹색)에서 100(적색)까지, b값(황색도)은 -70(청색)에서 70(황색)까지 측정하였으며, 모든 시료는 3회 반복 측정하여 평균값±표준편차로 결과를 나타내었다.

7. 반죽과 빵의 Texture 측정

반죽과 빵의 물성은 Texture Analyzer(Instron 5542, Instron, USA)를 사용하여 측정하였다. 용량 250 mL, 지름 7 cm인 비이커에 반죽을 3 cm 높이까지 정확히 채운 후, 원통형 probe로 2회 반복 압착실험(two-bite compression test)을 하였으며, 시편의 압축판 높이 30 mm, 최종 압축판 높이 30 mm, 직경 70 mm, 최종 직경 70 mm, compression anvil 지름 5.7 cm의 실험 조건으로 측정하였다. 빵은 6 cm×8 cm×4 cm(가로×세로×높이)의 크기로 잘라 반죽과 동일한 실험조건으로 texture를 측정하였다. 측정 후 얻어진 force-time curve로부터 시료의 경도(hardness), 탄

력성(springiness), 복원력(resilience), 응집성(cohesiveness), 점착성(gumminess), 저작성(chewiness)이 산출되었으며, 각 시료 당 총 3회 반복 실험하여 평균값±표준편차로 결과를 나타내었다.

8. 빵의 관능검사

머루즙의 종류와 농도를 달리하여 만들어진 머루즙 무첨가군과 첨가군 식빵에 대한 관능평가는, 강원대학교 식품영양학과 재학생 중 관능평가에 훈련된 20명을 패널로 선정하여 실험목적과 빵의 품질특성에 대하여 사전 교육을 실시한 후, 5점 평점법(scoring difference test)으로 실시하였다. 구운 지 12시간 후의 빵을 6 cm×8 cm×1.5 cm(가로×세로×높이)의 크기로 잘라 2장씩 생수와 함께 제시하였으며, 평가항목은 (i) 빵의 특성에 대한 관능적 평가 영역과 (ii) 그 특성에 대한 개인적 기호도 영역으로 구분하여 구성하였다. 평가된 빵의 품질특성은, 색(color), 향(flavor), 단맛(sweetness), 신맛(sourness), 조직의 부드러운 정도(consistency)와 촉촉한 정도(moistness)로 ‘각 특성이 약한 경우’를 1점으로 하고 ‘그 특성이 강한 경우’를 5점으로 하여 평가하였다. 각 특성에 대한 기호도와 종합적 기호도(overall acceptability)는 ‘매우 나쁘다’를 1점으로 하고 ‘매우 좋다’를 5점으로 하여 평가하였다.

9. 통계처리

머루즙 첨가군과 무첨가군 식빵의 이화학적, 관능적 특성 결과들은 통계처리 프로그램 SAS(version 9.1 for windows, Cary, NC, USA)를 이용하여 평균값과 표준편차로 나타내었으며, ANOVA, Duncan's multiple range test로 각각의 특성에 대해 9종의 식빵들 사이에 유의적인 차이가 있는지를 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 머루즙 성분 분석 및 비교

머루즙 첨가군에 사용된 머루즙은, 머루를 고압 하에서 끓여 착즙한 머루 100%인 머루즙(Wild Grape Juice, WGJ)과 머루에 동량의 설탕을 첨가하고 100여 일 동안 저장함으로써 삼투압에 의해 추출된 머루즙(Wild Grape Sugar Mixture, WGS) 두 종류였다. 머루즙의 성분을 분석한 결과(Table 2), 제조방법이 다른 두 머루즙은 수분(p<0.001), 당도(p<0.001), 조단백(p<0.05), 회분(p<0.001), pH(p<0.001), 총산도(p<0.001) 모두 유의적인 차이를 보였다. 100% 머루로 만들어진 WGJ 머루즙은 수분 81.1%, 단백질 0.73%, 회분 0.49%로, 이 값들은 식품성분표 상에 제시되어 있는 천연머루과즙(raw juice)에 대한 수치들(수분 77.3%, 단백질 0.3%, 회분 0.4%)(National Rural Resources Development

Table 2. Chemical compositions of two types of wild grape extracts(WGE)¹⁾

Compositions	Wild Grape Juice(WGJ)	Wild Grape Sugar Mixture(WGS)	p value
Moisture(%)	81.1±0.8 ^a	46.2±0.7 ^b	0.0001
Sugar(°brix)	18.0±0.1 ^b	49.8±0.1 ^a	0.0001
Crude protein(%)	0.73±0.03 ^a	0.59±0.06 ^b	0.0203
Ash(%)	0.49±0.02 ^a	0.23±0.01 ^b	0.0001
pH	3.44±0.00 ^b	3.58±0.01 ^a	0.0001
Titratable Acidity(%)	1.75±0.02 ^a	1.09±0.03 ^b	0.0001

¹⁾The value was expressed as the average ± standard deviation of triplicates. ^{a-b}: Values with different superscripts in the same row are significantly different.

Institute RDA 2007) 및 Choi SY 등(2006)의 연구 결과(수분 78.7%, 단백질 0.5%, 회분 0.2%)와 유사하였다. 머루와 설탕을 1:1의 비율로 혼합하여 제조된 WGS 머루즙은, WGJ 머루즙에 비하여 머루의 순수 함량을 감소시킨 대신 설탕 함량을 증가시켰으므로, 머루로부터 기인된 성분인 수분, 조단백질, 회분, 총산도는 모두 유의적으로 낮게 나타났으나, 당도는 설탕의 첨가로 인해 약 2.8배 더 높게 나타났다. 또한, WGJ 머루즙의 pH는 WGS 머루즙의 pH보다 유의적으로 낮게 관찰되었는데(p<0.0001), 이는 WGJ 머루즙이 머루 100%로 제조되었으며, 이에 따라 WGS 머루즙에 비해 더 높은 함량의 총산(주석산)을 보유하기 있기 때문으로 해석할 수 있다(Skoog DA 등 2000). 두 머루즙에서 수분+당의 함량이 차지하는 비율이 WGJ 머루즙은 99.1%, WGS 머루즙은 96.0%로 나타나, 머루즙 구성성분의 대부분을 수분과 당이 차지함을 알 수 있었다. 이에 따라, 머루즙 첨가빵을 제조한 다음 단계의 실험에서는 Table 2의 결과를 반영하여, 제빵 시 첨가되는 수분 및 설탕의 함량을 조정하였다.

2. 머루즙 첨가에 따른 반죽상태

1) 빵 반죽의 색

두 종류의 머루즙에 대해, 머루즙의 첨가농도를 무첨가에서 20% 첨가까지 증가시키에 따라, 빵 반죽의 색깔은

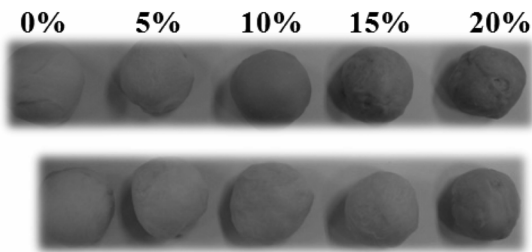


Fig. 1. Dough added with varied contents of wild grape extracts, WGJ, wild grape juice- (top) and WGS, wild grape sugar mixture-added dough(bottom).

머루즙 첨가량에 비례적으로 어두워지는 경향을 나타내었다(Fig. 1). 이는, 머루에 함유되어 있는 안토시아닌(anthocyan) 색소에서 기인한 것으로 해석할 수 있다. 실제로, Choi SY 등(2006)은, 머루즙의 명도와 색도는 머루즙에 존재하는 안토시아닌의 함량과 뚜렷한 상관관계가 있음을 보고하였다.

2) 빵 반죽의 pH

머루즙 무첨가군 vs. 첨가군. 유기산을 함유하고 있는 머루즙을 반죽에 첨가함에 따라, 빵 반죽의 pH는 무첨가군 6.45에서, 10% 첨가군에서는 WGJ 머루즙 5.44, WGS 머루즙은 5.50이었고, 20% 첨가군에서는 WGJ 머루즙 5.28, WGS 머루즙 5.42로, 머루즙의 첨가량에 비례하여 유의적으로 감소하였다(Table 3). 이 결과는, 제빵 시 첨가되는 물 양의 10% 정도만을 머루즙으로 대체하여도 반죽의 수소이온 농도가 10배 이상 증가할 수 있음을 보여준다(Skoog DA 등 2000). 반죽은 그 pH가 5.50 부근일 때 이스트의 발효 속도가 가장 활발하여 최적의 가스 보유력을 지니는 것으로 알려져 있고(Bae JH 등 2001, Bae JH 등 2003, Kim YH 2004, Lee JH 등 2005, Kim YH 등 2005), 반죽의 pH가 5.0 이하로 저하될 경우에는 가스발생량이 오히려 감소하여, 결과적으로 빵의 부피 및 물성에 부정적인 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(Park WP 등 2008). 머루즙의 첨가농도를 20%까지 증가시킨 본 실험에서는, 빵 반죽의 pH가 5 이하로 저하되지 않았다. 따라서, 제빵 시 별도로 산성제를 첨가하지 않아도, 반죽의 pH 감소를 저해하는 것으로 알려져 있는 밀가루와 탈지분유 속 단백질의 완충작용을 머루즙이 상쇄시킬 수 있을 것으로 기대할 수 있다.

WGJ 첨가군 vs. WGS 첨가군. 동일한 첨가농도에서 두 머루즙을 비교하면, WGJ 머루즙을 첨가한 반죽이 WGS 머루즙을 첨가한 빵 반죽에 비해 pH가 더 낮게 나타났다(Table 3). 이는, 머루의 주요한 유기산인 주석산을 기준

Table 3. pH of the dough added with varied contents of wild grape extracts(WGE)¹⁾

WGE, %	pH		p value
	WGJ	WGS	
0	6.45±0.05 ^a	6.45±0.05 ^a	
5	6.16±0.04 ^{bb}	6.23±0.02 ^{ba}	0.0001
10	5.44±0.02 ^{ca}	5.50±0.04 ^{ca}	0.1155
15	5.31±0.02 ^{db}	5.46±0.05 ^{ca}	0.0080
20	5.28±0.04 ^{db}	5.42±0.04 ^{ca}	0.0001
p value	<0.0001	<0.0001	

¹⁾The value was expressed as the average ± standard deviation of triplicates. ^{a-d}: Values with different superscripts in the same column are significantly different(α=0.05). ^{A-B}: Values with different superscripts in the same row are significantly different.

으로 하여 산출된 머루즙의 총산(total acid) 함량이, WGJ 머루즙은 1.75%, WGS 머루즙은 1.09%로, WGJ 머루즙의 산 함량이 유의적으로 더 높았기 때문으로 해석할 수 있다(Table 2).

3) 빵 반죽의 텍스처(Texture)

머루즙 무첨가군 vs. 첨가군. 머루즙 무첨가군과 첨가군 반죽을 기계적으로 물성 평가한 결과(Table 4), 두 종류 머루즙 모두에서, 머루즙의 첨가로 반죽의 경도(hardness), 점착성(gumminess), 저작성(chewiness)은 감소하는 경향을 보였고, 복원성(resilience)과 응집성(cohesiveness)은 증가하는 경향을 나타내었다. 머루즙 무첨가군과 첨가군을 구체적으로 비교하여 살펴보면, 경도는 무첨가군 159.9 N에서 WGJ 첨가군 77.7~154.1 N, WGS 첨가군 68.1~107.0 N으로, 점착성은 무첨가군 71.1N에서 WGJ 첨가군 53.3~81.4 N, WGS 첨가군 40.8~70.9 N으로, 저작성은 무첨가군 852.9 N에서 WGJ 첨가군 638.7~973.7 N, WGS 첨가군 487.0~849.9 N으로, 머루즙 첨가로 감소하는 경향을 나타내었으나 첨가농도에 따른 비례적인 변화는 관찰되지 않았다. 반면, 복원성은 무첨가군 0.77에서 WGJ 첨가군 0.80~0.85, WGS 첨가군 0.83~0.86으로, 응집성은 무첨가군 0.44에서 WGJ 첨가군 0.50~0.69, WGS 첨가군 0.58~0.67로 머루즙 첨가로 증가하였다. 이 결과는, 머루즙 첨가가 빵 반죽의 내부적 결합력은 증가시키면서, 동시에 외부적으로는 부드럽고 복원력이 개선된 반죽을 형성하는데 관여했음을 시사하고 있다. 일반적으로 반죽의 물성은 밀가루 구성성분, 효소, 첨가재료, 반죽의 pH, 밀가루의 손상정도, 교반시간, 가수율 등 여러 인자가 관여하는 것으로 알려져 있다(Oh HJ와 Kim CS 2004). 이와 관련하여, 본 실험에서 사용된 WGJ 머루즙과 WGS 머루즙을 살펴보면, 유기산이 각각 1.75%와 1.09%, 단백질이 0.73%와 0.59%가 함유되어 있다(Table 2). 따라서, 머루즙이 첨가된 반죽에는 첨가농도에 비례하여 빵 반죽 내부에 단백질과 유기산의 함량이 무첨가군에 비해 증가했음을 알 수 있다. 반죽 형성 시, 반죽의 수분흡수율은 제빵 원료의

단백질 함량에 비례하여 증가하므로(Kwon KS 등 2004), 머루즙 첨가 반죽은 무첨가 반죽에 비해 수분흡수율이 다소 증가되었을 것으로 예측할 수 있다. 그러나, 실제로 본 실험에서 측정된 머루의 단백질 함량은 수분흡수율의 유의적 변화를 유발하기에는 극히 적은 양이므로, 머루에 함유되어 있는 기타 성분(예: 수용성 식이섬유, 구성당 등)들이 수분흡수에 관여했을 가능성을 배제할 수 없다(National Rural Resources Development Institute RDA 2007). 본 결과와 유사한 예로, Lee JH 등(2005)은 밀가루의 양을 동일하게 하고 물의 일정량을 대추 추출액으로 대체하여 빵 반죽을 제조하였을 때, 대추 추출액 첨가량에 비례적으로 반죽의 수분흡수율이 증가하는 현상을 관찰하였다. 따라서, 머루즙 첨가 반죽의 경도 감소는 빵 반죽 내부에 보유한 수분함량의 증가로 해석할 수 있다. Texture 평가지수들 중 시료의 경도(hardness)를 반영하여 산출되는 물성값인 점착성(gumminess = hardness×cohesiveness)과 저작성(chewiness = hardness×cohesiveness×springiness) 역시 머루즙 첨가로 인해 그 값들이 감소하는 특성이 관찰되었다. 또한, 이렇게 증가된 수분은 물리적 힘이 가해지는 반죽 형성 과정 중, 글리아딘과 글루테닌 단백질의 이동성과 수화를 증가시켜 입체적 망상(network)구조를 지닌 글루텐의 형성을 촉진하고 또한 글루텐을 보다 신장시킴으로써(Campbell AM 1992), 반죽 내부의 결합력이 증가되어 물성 측정 시 무첨가 반죽에 비해 머루즙 첨가 반죽이 개선된 응집성(cohesiveness)을 나타낸 것으로 사료된다. 한편, 머루즙 첨가로 빵 반죽 내부에 증가된 유기산은 반죽의 pH를 최적의 가스 보유력을 부여하는 pH 수준까지 낮추었고(Table 3), 이에 따라 무첨가군에 비해 머루즙 첨가반죽은 발효속도가 증가되어 반죽 과정 중 가스발생량이 상대적으로 많았을 것으로 예상할 수 있다. 내부적 결합력이 강한 글루텐의 망상구조에 이 다량의 가스들이 효과적으로 잘 포집됨으로써, 머루즙 첨가 반죽이 무첨가 반죽에 비해 복원력(resilience)이 상대적으로 더 높은 물성적 특성을 나타낸 것으로 볼 수 있다.

WGJ 첨가군 vs. WGS 첨가군. 동일 첨가농도에서 두

Table 4. Textural characteristics of the dough added with varied contents of wild grape extracts(WGE)¹⁾

WGE, %	Hardness(N)		Springiness(mm)		Resilience		Cohesiveness		Gumminess(N)		Chewiness(N)	
	WGJ	WGS	WGJ	WGS	WGJ	WGS	WGJ	WGS	WGJ	WGS	WGJ	WGS
0	159.9±21.2 ^a	159.9±21.2 ^a	10.5±0.1 ^a	10.5±0.1 ^a	0.77±0.02 ^c	0.77±0.02 ^c	0.44±0.05 ^d	0.44±0.05 ^d	71.1±16.1 ^{ab}	71.1±16.1 ^{ab}	852.9±193.2 ^{ab}	852.9±193.2 ^{ab}
5	109.3±8.1 ^{bA}	68.1±9.9 ^{dB}	10.4±0.2 ^{aA}	10.3±0.3 ^{aA}	0.84±0.04 ^{abA}	0.86±0.04 ^{aA}	0.50±0.08 ^{cdA}	0.60±0.12 ^{bcA}	54.4±11.9 ^{bcA}	40.8±10.6 ^{cA}	650.8±143.6 ^{bcA}	487.0±125.4 ^{cA}
10	154.1±14.0 ^{aA}	103.9±11.6 ^{bb}	10.8±0.1 ^{aA}	10.8±0.6 ^{aA}	0.80±0.04 ^{bcA}	0.83±0.02 ^{abA}	0.53±0.04 ^{bcdA}	0.58±0.02 ^{abcA}	81.4±13.2 ^{aA}	60.6±8.0 ^{bcA}	973.7±155.3 ^{aA}	720.8±90.7 ^{bcA}
15	77.7±1.8 ^{cdB}	107.0±1.6 ^{bA}	10.2±0.1 ^{aA}	10.8±0.6 ^{aA}	0.85±0.04 ^{abA}	0.84±0.01 ^{abA}	0.69±0.06 ^{aA}	0.67±0.13 ^{abA}	53.3±5.2 ^{bcA}	70.9±12.8 ^{abA}	638.7±61.1 ^{bcA}	849.9±153.3 ^{abA}
20	92.8±2.5 ^{bcA}	98.6±4.7 ^{bA}	10.7±0.4 ^{aA}	10.5±0.3 ^{aA}	0.82±0.01 ^{abcA}	0.85±0.02 ^{abA}	0.60±0.02 ^{abcA}	0.62±0.09 ^{abcA}	56.1±3.1 ^{bcA}	61.0±8.6 ^{bcA}	663.3±47.1 ^{bcA}	728.8±105.2 ^{bcA}
p value	0.0001	0.0001	0.0345	0.5553	0.0566	0.0162	0.0016	0.0951	0.0398	0.0537	0.0383	0.0505

¹⁾ The value was expressed as the average ± standard deviation of triplicates. ^{a-d}: Values with different superscripts in the same column are significantly different. ^{A-B}: Values with different superscripts in the same row are significantly different.

종류의 머루즙 첨가 반죽을 비교한 결과, 경도(hardness)를 제외한 모든 texture 관련 측정치에서 WGJ 머루즙 첨가 반죽과 WGS 머루즙 첨가 반죽은 유의적 차이를 나타내지 않았다(Table 4). 이 결과는, 머루즙 첨가 반죽과 무첨가 반죽 사이에서 관찰된 뚜렷한 물성 차이와는 대조적인 결과로, 두 종류의 머루즙이 함유하고 있는 단백질 및 무기질 각각의 함량이 WGJ 머루즙이 단백질 0.73%, 유기산 1.75%, WGS 머루즙이 단백질 0.59%, 유기산 1.09%로(Table 2), 반죽의 수분흡수율에 관여할 수 있는 이러한 주요 성분들의 절대적 함량 및 두 종류 즙 사이의 차이가 빵 반죽의 물성에 있어 유의적 변화를 유발하는 임계적(critical) 차이가 아님을 시사하고 있다.

3. 머루즙 첨가에 따른 제빵상태

1) 빵의 굽기 손실 및 향미 패턴

굽기 손실. 반죽단계에서, 머루즙 첨가군은 무첨가군에 비해 상대적으로 낮은 경도를 보였고(Table 4), 이는, 머루즙의 구성성분인 단백질과 수용성 식이섬유에 의해 머루즙 첨가 반죽 내부로 더 많은 수분이 보유되었기 때문에 나타난 현상으로 해석하였다. 따라서, 머루즙 첨가 반죽의 상대적으로 높은 수분보유율은 빵을 굽는 단계까지 지속될 것으로 예상하였다. 그러나, 오븐에 넣기 전의 반죽 무게와 오븐에서 꺼낸 빵 무게의 차이로 산출한 굽기 손실은, WGJ 머루즙 첨가군과 WGS 머루즙 첨가군이 각각 평균 7.8%와 6.0%로 무첨가군 3.9% 보다 높았으나, 머루즙 첨가농도와 제빵 시 굽기 손실과의 뚜렷한 상관관계는 관찰되지 않았다. 머루즙 첨가빵의 굽기 손실이 무첨가군에 비해 상대적으로 더 높게 나타난 것은, 머루즙 첨가에 의해 제빵 과정 중 빵의 수분 보유력이 다소 감소하였음을 시사한다(Bae JH 등 2001). 이러한 현상이 일어날 수 있는 가능한 이유로는 첫째, 제빵 시 머루즙을 첨가할 경우, 머루즙에 함유되어 있는 유기산은 반죽의 pH를 낮추고, 이는 반죽의 발효 속도를 증가시키므로 효모에 의한 당 소모가 증가될 수 있다(Bae JH 등 2001, Bae JH 등 2003, Kim YH 2004, Lee JH 등 2005, Kim YH 등

2005). 따라서, 발효과정 중, 머루즙 첨가군은 무첨가군보다 상대적으로 더 많은 당을 소모하게 된다. 당의 강한 수분 결합력을 고려할 때, 머루즙 첨가군은 발효이후 상대적으로 당의 함량이 더 낮아지므로, 수분 보유력 또한 감소하게 되고, 이로써 굽는 과정 중 머루즙 첨가빵에서 수분 증발이 더 많이 일어난 것으로 일부 해석할 수 있다. 그러나, 빵이 완성된 이후 당도를 측정한 결과(Table 5), 머루즙 첨가군과 무첨가군은 당도에 있어 서로 간에 유의적인 차이를 나타내지는 않았으므로, 이에 의한 영향은 다소 제한적임을 알 수 있다. 둘째, 제빵 재료의 배합비를 결정하는 단계에서, 머루즙 첨가군은 머루즙에 존재하는 당의 함량을 고려하여 전체 레시피에서 설탕의 양을 조정하였다. 따라서, 빵의 재료 배합비율을 살펴보면, 설탕을 기준으로 하여 계산된 당도는 동일하나, 실제로 구성하고 있는 당의 종류는 일치하지 않는다. 즉, 머루즙 무첨가군의 당은 설탕 100%로 구성되었지만, 머루즙 첨가군은 설탕 이외에 머루즙에 내재하고 있는 단당류(monosaccharides) 혹은 올리고당(oligosaccharides)들이 함께 존재함으로써, 당의 구성(compositions) 및 개별 당의 함량(contents)이 머루즙 첨가군과 무첨가군이 동일하지 않음을 예상할 수 있다. 당은 그 종류에 따라 흡습성이 유의적으로 다르므로, 재료 배합을 구성하는 당의 종류 및 함량의 차이가 수분 보유력의 차이를 유발하였고, 결국 굽기 손실의 차이를 유발한 것으로 일부 해석할 수 있다. 머루즙 첨가군과 무첨가군 사이에서 관찰된 이러한 굽기 손실의 차이는 텍스처(texture)평가 및 관능검사 결과에서도 일관되게 확인할 수 있었다(Table 7, 8). 즉 머루즙 첨가군은 무첨가군에 비해 수분 보유력이 낮아 빵의 경도(hardness)는 다소 높고, 촉촉한 정도(moistness)는 유의적으로 더 낮게 평가되었다.

향미 패턴. Fig. 2는 두 종류의 머루즙 및 그 머루즙을 첨가하여 제조된 빵들의 향기성분의 특징을 정성적인 측면에서 비교한 것이다. WGJ 머루즙보다 WGS 머루즙에 더 다양한 종류의 향기성분들이 함유되어 있었다(Fig. 2A). 그러나, 머루즙 종류에 따른 향기성분의 이러한 차이는

Table 5. pH and sugar content of the bread added with varied contents of wild grape extracts(WGE)¹⁾

WGE, %	pH		p value	Sugar(°brix)		p value
	WGJ	WGS		WGJ	WGS	
0	5.82±0.03 ^a	5.82±0.03 ^{ab}		1.2±0.5 ^a	1.2±0.5 ^a	
5	5.74±0.14 ^{abA}	5.88±0.05 ^{aA}	0.1843	2.5±1.4 ^{aA}	1.5±1.1 ^{aA}	0.4306
10	5.43±0.34 ^{ba}	5.66±0.20 ^{bcA}	0.3739	1.2±0.4 ^{aA}	1.4±1.0 ^{aA}	0.7279
15	5.56±0.06 ^{abB}	5.81±0.06 ^{abcA}	0.0069	1.1±0.3 ^{aA}	1.2±0.5 ^{aA}	0.8661
20	5.41±0.04 ^{bb}	5.64±0.01 ^{cA}	0.0013	1.4±0.1 ^{aA}	1.5±1.1 ^{aA}	0.9934
p value	0.0783	0.0371		0.1837	0.9872	

¹⁾ The value was expressed as the average ± standard deviation of triplicates. ^{a-d}: Values with different superscripts in the same column are significantly different. ^{A-B}: Values with different superscripts in the same row are significantly different.

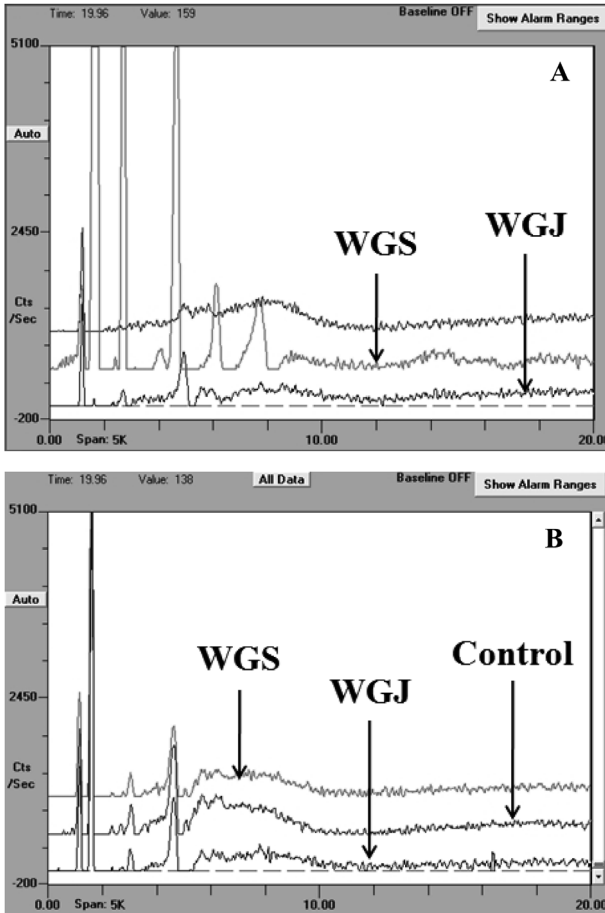


Fig. 2. Flavor profiles measured by electronic nose, wild grape extracts(A) and wild grape extracts-enriched breads(B). WGS, WGJ, and Control represent wild grape sugar mixture, wild grape juice, and a bread without wild grape extracts, respectively.

머루즙 첨가빵에서는 전혀 관찰되지 않았다(Fig. 2B). 또한, 머루즙 첨가군에서 검출된 향기성분은 머루즙 무첨가군에서 검출된 향기성분과 비교할 때, 피크의 위치와 패턴이 정확히 일치함으로써(Fig. 2B), 머루즙 첨가에 의해 빵에 추가된 향기성분이 없음을 시사하였다. 이는 190°C 이상의 고온에서 빵을 굽는 과정 중, 머루즙에 내재한 향기성분들이 분해 혹은 휘발됨으로써(Sikorski ZE 등 2008), 머루즙 유무 및 머루즙 종류에 관계없이 빵의 향기성분이 차이가 나지 않은 것으로 보인다.

2) 빵의 pH와 당도

① pH

머루즙 무첨가군 vs. 첨가군. 반죽에 머루즙이 첨가된 경우, 머루즙에 존재하는 유기산에 의해 반죽의 pH가 머루즙 첨가농도에 비례하여 감소하는 것이 관찰되었다(Table 3). 이러한 현상은 구워진 빵에서도 일관되게 나타나, 머루즙 첨가빵은 무첨가빵에 비해 pH가 유의적으로

낮아져, 5.82였던 무첨가군의 pH가 WGJ 머루즙 첨가군에서는 5.41~5.74, WGS 머루즙 첨가군에서는 5.64~5.88로 측정됨으로써, 머루즙 첨가에 의해 빵의 pH가 감소하는 경향을 나타내었다(Table 5).

WGJ 첨가군 vs. WGS 첨가군. WGJ 머루즙이 WGS 머루즙에 비해 유기산의 함량이 높아(Table 2), 이들 각각을 함유한 반죽에서도 pH의 유의적인 차이가 동일하게 관찰되었고(Table 3), 이러한 경향은 제빵이 완료된 이후까지 유지되어 WGJ 머루즙 첨가빵이 WGS 머루즙 첨가빵에 비해 동일 첨가농도에서 상대적으로 더 낮은 pH를 나타내었다(Table 5). 두 머루즙 사이에서 관찰된 pH의 유의적인 차이가, 반죽 단계, 제빵단계까지 유지된 것은, 머루의 주요 유기산인 주석산(tartaric acid)이 녹는점(melting point) 170°C(Wikipedia 2010)를 기준으로 그 이하의 온도에서는 흰색의 결정상(white crystalline)으로 존재하고, 굽기 공정이 진행되었던 190°C 이상의 고온에서는 분해 혹은 휘발에 의한 손실 없이 빵 내부로 잘 용해되는 물리적 특성에서 기인한 것으로 볼 수 있다.

② 당도

제빵 완료이후 머루즙 무첨가군과 첨가군 식빵의 당도를 측정한 결과(Table 5), 빵의 당도는 머루즙 종류 및 첨가농도에 관계없이 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 이는 제빵재료의 배합 비율을 결정하는 단계에서, (i) 각 머루즙의 당도를 설탕을 기준으로 하는 brix로 측정하고, (ii) 머루즙 첨가군의 경우, 머루즙 첨가에 의해 증가된 당의 함량을 설탕의 양으로 환산하여 산출한 후, (iii) 제빵시 첨가되는 설탕의 양(머루즙 무첨가군의 설탕 첨가량)에서 머루즙 첨가에 의해 증가된 당의 함량을 감하여 머루즙 첨가군의 설탕 첨가량을 보정함으로써(Lee JH 등 2005), 머루즙 무첨가군과 첨가군의 당도를 제빵 초기단계부터 동일하게 맞추어 주었기 때문이다.

3) 빵의 색도

머루즙 무첨가군 vs. WGJ 첨가군 vs. WGS 첨가군. 머루즙 첨가빵의 내부를 육안으로 관찰했을 때(Fig. 3), 머루즙 첨가량이 증가할수록 어두워지고 갈색을 띠는 정도가 높아졌으며, 이러한 경향은 WGS 첨가빵보다 WGJ 첨가빵에서 더욱 두드러지게 관찰되었다. 실제로, 빵의 crumb 부분을 색차계로 측정한 결과(Table 6), 명도(L, lightness)는 무첨가군에서는 80.0으로 비교적 밝았으며, 머루즙 첨가군에서는 첨가량에 비례적으로 L값이 감소하여 20% 첨가군에서는 WGJ 첨가빵은 66.7, WGS 첨가빵은 71.8을 나타냄으로써, 머루즙 첨가로 인해 빵 내부의 색이 어두워짐을 확인할 수 있었다. 또한, 육안으로도 명도 차이가 뚜렷하게 관찰될 정도로, 동일 첨가농도에서 WGJ 첨가빵은 WGS 첨가빵보다 더 낮은 L값을 보였다. 빵의 황색

도(b, yellowness) 역시 명도와 동일한 경향을 나타내었다. 반면, 빵의 적색도(a, redness)는, 머루즙을 첨가함에 따라 비례적으로 증가하여 무첨가군에서는 0.58을, 20% 첨가군에서는 WJG 첨가빵은 3.16, WGS 첨가빵은 2.43을 나타내었다. 동일농도에서 머루즙의 종류에 따라 빵의 적색도를 비교한 결과, WJG 첨가빵은 WGS 첨가빵보다 유의적으로 더 높은 적색도를 나타내었다. 머루즙 첨가량에 비례하여 빵의 명도가 낮아지고 적색도가 강화된 현상은, 머루즙에 함유되어 있는 안토시아닌(anthocyan) 색소에서 기인한 것으로 볼 수 있다. 앞서 언급한 것과 같이, 머루즙에 내재하는 안토시아닌의 함량은 제품의 명도 및 색도와 관련성이 매우 높다(Choi SY 등 2006). 일례로, 머루즙과 머루주의 안토시아닌 함량과 색도(color intensity)를 비교한 Choi SY 등(2006)은, 머루주에 비해 안토시아닌의 함량이 4 배가량 더 높았던 머루즙이 색도에서도 3.4배 더 높은 수치를 나타냄으로써, 안토시아닌 함량과 색도 사이에 뚜렷한

양의 상관관계가 있음을 보고하였다. 따라서, 머루 100%에서 얻어진 WJG 머루즙을 첨가한 빵과, 머루와 설탕을 1:1 비율로 혼합하여 얻어진 WGS 머루즙을 첨가한 빵을 비교하면, 제빵에 실제적으로 첨가된 절대적 머루의 함량 및 이로 인해 증가된 안토시아닌의 함량이 WJG 첨가군이 유의적으로 더 높았으므로, WJG 첨가빵이 WGS 첨가빵에 비해 더 낮은 명도, 더 높은 적색도를 보인 것으로 해석할 수 있다.

4) 빵의 텍스처(Texture)

머루즙 무첨가군 vs. 첨가군. Table 4에서 제시한 것과 같이, 머루즙 첨가는 빵 반죽의 경도(hardness), 점착성(gumminess), 저작성(chewiness)을 유의적으로 감소시켰다. 또한, 반죽단계에서 머루즙 첨가군의 pH가 무첨가군에 비해 유의적으로 낮았으므로, 이로 인해 머루즙 첨가군의 발효속도가 증가하여 더 많은 가스를 발생시킴으로써, 빵의 부피가 무첨가군에 비해 더 증가할 것으로 사료되었다. 따라서, 머루즙을 첨가할 경우, 결과적으로 빵의 부피 증가로 경도(hardness) 및 경도와 관련된 texture 지수인 점착성(gumminess)과 저작성(chewiness)이 낮은 부드러운 빵이 제조될 수 있을 것으로 예측하였다. 그러나, 완성된 빵의 기계적 물성을 평가한 결과(Table 7), 머루즙 첨가는 빵의 경도(hardness), 점착성(gumminess), 저작성(chewiness)을 유의적 수준까지는 아니지만 다소 증가시킨 것으로 관찰되었다. 이는, 머루즙 첨가빵의 굽기 손실이 무첨가빵에 비해 상대적으로 더 높았다는 사실과 관련이 있을 것으로 보인다. 다시 말해, 머루즙 첨가빵은 굽는 과정 중 무첨가빵에 비해 더 많은 수분이 증발하여 상대적으로 더 큰 굽기 손실을 나타냄으로써, 제빵 이후 빵 내부에 보유된 수분의 함량이 낮아져 결과적으로 경도가 증가된 것으로 해석할 수 있다. 실제로 많은 선행연구들은 빵의 수분 함량과 빵의 경도가 상관성이 매우 크다고 보고하고 있다(Kim YH 등 2005, Bae JH 등 2001). 일반적으로, 빵의 texture는 첨가 소재에 따라 달라지는 경향을 보이지만, 본 연구와 같이 착즙액의 형태로 빵에 부재

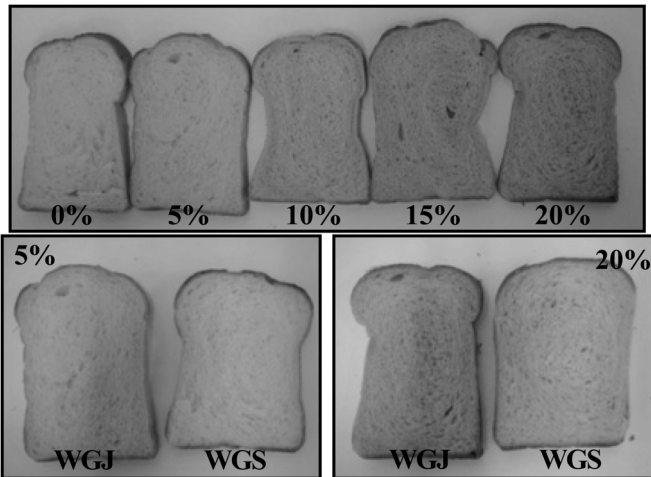


Fig. 3. Slices of the Bread added with varied contents of wild grape extracts(WGE). WJG-enriched breads at the WJG contents of 0, 5, 10, 15, and 20% from left to right (top). Comparison between WJG- and WGS-enriched breads at 5 and 20% of WGE(bottom).

Table 6. Color characteristics of the breads added with varied contents of wild grape extracts(WGE)¹⁾

WGE, %	L			a			b		
	WJG	WGS	p value	WJG	WGS	p value	WJG	WGS	p value
0	80.0±1.2 ^a	80.0±1.2 ^a		0.58±0.24 ^d	0.58±0.24 ^d		14.4±0.2 ^a	14.4±0.2 ^c	
5	79.8±1.4 ^{aA}	81.4±1.0 ^{aA}	0.1711	0.60±0.11 ^{dA}	0.12±0.10 ^{eB}	0.0057	13.5±0.4 ^{abB}	18.7±0.2 ^{aA}	0.0001
10	74.4±1.1 ^{bB}	81.3±1.1 ^{aA}	0.0015	1.88±1.17 ^{cA}	1.15±0.27 ^{eB}	0.0165	13.9±0.6 ^{abB}	15.8±0.5 ^{bA}	0.0154
15	69.9±0.6 ^{cB}	77.8±0.5 ^{bA}	0.0001	2.66±0.16 ^{bA}	1.87±0.06 ^{bB}	0.0013	13.1±0.6 ^{bcB}	14.9±0.3 ^{cA}	0.0109
20	66.7±2.4 ^{dB}	71.8±0.3 ^{cA}	0.0193	3.16±0.12 ^{aA}	2.43±0.03 ^{aB}	0.0005	12.6±0.4 ^{cB}	15.0±0.4 ^{cA}	0.0018
p value	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001		0.0068	0.0001	

¹⁾ The value was expressed as the average ± standard deviation of triplicates. ^{a-d}: Values with different superscripts in the same column are significantly different(p<0.0001). ^{A-B}: Values with different superscripts in the same row are significantly different.

료를 첨가한 선행연구들, 즉 복분자즙 첨가빵(Kwon KS 등 2004)이나 매실농축액 첨가식빵(Park WP 등 2008) 등의 연구를 살펴보면, 무첨가군에 비해즙의 첨가농도가 높아질수록 경도, 점착성, 저작성이 뚜렷하지는 않으나 다소 증가하는 경향을 보였다. 이는, 본 실험 및 위 선행 연구들에서 사용된 착즙액들이 유기산을 상당량 보유하고 있다는 사실과 관련이 있을 것으로 보인다. 즉 반죽단계에서는 증가된 유기산으로 인해 pH가 낮아지고(Table 3) 이로 인해 효모에 의한 발효 속도가 증가되어 가스발생량이 늘어남으로써, 결과적으로 반죽의 경도가 무첨가군에 비해 감소하게 되었다(Table 4). 그러나, 완성된 빵에서는 그 반대로 오히려 경도가 증가하는 경향을 보였는데(Table 7), 이는 빵을 굽는 과정 중 유기산에 의해 낮아진 pH 조건이 오히려 전분의 호화 및 팽윤을 방해함으로써(BeMiller JN와 Huber KC 2008) 빵의 경도를 증가시킨 것으로 일부 해석할 수 있다. 또한, 머루즙에 함유된 회분(Table 2)은 머루즙 첨가빵의 회분 함량을 증가시킴으로써 빵의 경도를 증가시킬 가능성이 있고, 머루즙에 함유된 일부 구성당들은 빵을 굽는 과정 중 전분의 호화를 방해할 수 있으므로(BeMiller JN와 Huber KC 2008), 이러한 가능성 역시 빵의 경도 증가에 기여할 수 있다.

탄력성(springiness)을 측정된 결과를 보면, 머루즙 첨가 농도와 빵의 탄력성 사이에 뚜렷한 양의 상관관계는 관찰되지 않았으나, 모든 머루즙 첨가군들은 무첨가군과 비교했을 때 빵의 탄력성이 증가된 것으로 확인되었다(Table 7). 이는 머루즙 첨가 반죽이 무첨가 반죽에 비해 더 높은 복원성(resilience)과 응집성(cohesiveness)을 나타낸 것과 관련 있어 보인다(Table 4). 즉, 반죽의 texture profile analysis(TPA) 결과는, 머루즙 첨가군은 무첨가군에 비해 반죽 내부에 상대적으로 더 강한 결합력을 가진 글루텐의 망상구조를 형성하였음을 시사하였다. 따라서, 빵을 굽는 단계에 이르렀을 때, 머루즙 첨가군은 이러한 구조적 요건으로 가스 포집력이 무첨가군보다 상대적으로 더 높았을 것이므로, 빵의 탄력성이 증가된 것으로 해석할 수 있다.

WGJ 첨가군 vs. WGS 첨가군. 두 종류의 머루즙 첨가

빵을 동일 첨가농도에서 비교하면, 10% 농도에서는 탄력성(springiness), 5%, 15% 농도에서는 응집성(cohesiveness)에서만 WGJ 첨가빵이 WGS 첨가빵보다 유의적으로 높은 물성 특성을 보였다. 이를 제외한 다른 texture 관련 측정치들 혹은 다른 첨가 농도에서는 머루즙 종류에 따른 빵의 물성 차이를 전혀 관찰할 수 없었다.

빵의 TPA 결과를 종합하면, 머루즙 첨가는 빵의 경도(hardness), 점착성(gumminess), 저작성(chewiness)을 다소 증가시키는 경향을 보였으나, 이는 통계적으로 무첨가군과 유의적인 차이를 나타내지 않았고, 빵의 탄력성은 유의적으로 ($p < 0.05$) 개선된 결과를 보였으므로, 본 실험에서 사용한 농도에서는 머루즙 첨가가 빵의 물성에 부정적인 영향을 유발하지 않음을 알 수 있었다. 한편, 반죽의 TPA 결과(Table 4)와 빵의 TPA 결과(Table 7)로부터 해석된 반죽과 빵의 물성 특성은 상당히 유사하였다. 이는, 제빵 시 반죽단계의 물성이 완성된 빵의 물성에 직접적인 영향을 미칠 수 있음을 시사하였다.

5) 빵의 관능검사

머루즙 무첨가군 vs. 첨가군. 머루즙의 종류 및 첨가량을 달리하여 제조한 빵의 관능적 특성과 각 특성에 대한 기호도 및 종합적 기호도를 평가한 결과는 Table 8, 9와 같다. 5점 척도법으로 평가한 빵의 각 관능 특성의 평점 범위는, 색(color) 2.0~4.8, 향(flavor) 2.7~3.2, 단맛(sweetness) 2.2~2.6, 신맛(sourness) 1.9~2.6, 부드러운 정도(consistency) 2.5~3.6, 촉촉한 정도(moistness) 2.4~3.7의 범위로 분포하였다(Table 8). 색의 경우, 머루즙의 첨가농도가 높아질수록 어두워지는 경향을 나타냄으로써(무첨가군 2.3에서 WGJ 첨가군 3.2~4.8, WGS 첨가군 2.0~4.0), 색차계로 측정된 명도(L) 및 적색도(a) 결과(Table 6)와 일치하였다. 향과 단맛에 있어서는, 머루즙의 종류 및 첨가농도를 달리하여 제조된 식빵 사이에서 그 관능적 특성의 강도 및 기호도가 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 이는, 기계적 측정치인 전자코 분석 데이터(Fig. 2) 및 당도(Table 5) 결과와 일치하였다. 머루즙에 존재하는 주석산으로 인

Table 7. Textural characteristics of the breads added with varied contents of wild grape extracts(WGE)¹⁾

WGE, %	Hardness(N)		Springiness(mm)		Resilience		Cohesiveness		Gumminess(N)		Chewiness(N)	
	WGJ	WGS	WGJ	WGS	WGJ	WGS	WGJ	WGS	WGJ	WGS	WGJ	WGS
0	13.5±3.2 ^a	13.5±3.2 ^b	10.9±1.4 ^b	10.9±1.4 ^b	0.89±0.02 ^a	0.89±0.02 ^a	0.56±0.05 ^a	0.56±0.05 ^a	7.4±1.4 ^a	7.4±1.4 ^a	118.0±23.1 ^a	118.0±23.1 ^a
5	13.0±2.5 ^{aA}	15.8±1.9 ^{abA}	12.9±0.3 ^{aA}	13.0±0.3 ^{aA}	0.90±0.01 ^{aA}	0.89±0.01 ^{aA}	0.60±0.04 ^{aA}	0.50±0.04 ^{aB}	7.7±1.0 ^{aA}	7.9±0.9 ^{aA}	120.6±13.5 ^{aA}	125.0±13.7 ^{aA}
10	13.8±3.1 ^{aA}	15.4±4.1 ^{abA}	13.0±0.4 ^{aA}	11.1±0.5 ^{bb}	0.90±0.02 ^{aA}	0.90±0.02 ^{aA}	0.56±0.03 ^{aA}	0.55±0.02 ^{aA}	7.7±1.5 ^{aA}	8.4±2.0 ^{aA}	123.2±23.6 ^{aA}	133.8±32.9 ^{aA}
15	13.9±3.0 ^{aA}	14.8±1.9 ^{abA}	12.6±0.3 ^{aA}	12.7±0.5 ^{aA}	0.90±0.01 ^{aA}	0.90±0.01 ^{aA}	0.56±0.04 ^{aA}	0.53±0.04 ^{aA}	7.7±1.1 ^{aA}	7.9±1.1 ^{aA}	122.2±18.8 ^{aA}	124.7±18.0 ^{aA}
20	13.7±3.1 ^{abB}	19.2±1.0 ^{aA}	12.6±0.4 ^{aA}	12.9±0.1 ^{aA}	0.90±0.02 ^{aA}	0.90±0.01 ^{aA}	0.58±0.03 ^{aA}	0.50±0.04 ^{aB}	7.8±1.4 ^{aA}	9.4±0.5 ^{aA}	123.2±20.6 ^{aA}	149.8±9.7 ^{aA}
p value	0.0001	0.0001	0.0345	0.5553	0.0566	0.0162	0.0016	0.0951	0.0398	0.0537	0.0383	0.0505

¹⁾ The value was expressed as the average ± standard deviation of triplicates. ^{a-d}: Means with different superscripts in the same column are significantly different. ^{A-B}: Means with different superscripts in the same row are significantly different.

Table 8. Sensory characteristics of the breads added with varied contents of wild grape extracts(WGE)¹⁾

WGE, %	Color		Flavor		Sweetness		Sourness		Consistency		Moistness	
	WGJ	WGS	WGJ	WGS	WGJ	WGS	WGJ	WGS	WGJ	WGS	WGJ	WGS
0	2.3±0.9 ^d	2.3±0.9 ^c	2.7±0.7 ^a	2.7±0.7 ^a	2.5±0.7 ^a	2.5±0.7 ^a	1.9±0.6 ^b	1.9±0.6 ^b	3.6±0.8 ^a	3.6±0.8 ^a	3.7±0.7 ^a	3.7±0.7 ^a
5	3.2±0.7 ^{cA}	2.0±0.8 ^{cB}	2.7±0.7 ^{aA}	3.2±0.4 ^{aB}	2.2±0.5 ^{aA}	2.6±0.8 ^{aA}	2.2±0.9 ^{abA}	2.0±0.7 ^{abA}	2.9±0.8 ^{bb}	3.6±0.9 ^{abA}	3.0±0.7 ^{bb}	3.7±0.7 ^{aA}
10	4.1±0.5 ^{bA}	3.4±0.7 ^{bb}	3.1±0.6 ^{aA}	3.0±0.8 ^{aA}	2.3±0.6 ^{aA}	2.4±0.9 ^{aA}	2.4±0.9 ^{abA}	2.3±1.0 ^{abA}	2.8±0.6 ^{bb}	3.2±0.7 ^{abA}	3.1±0.8 ^{bA}	3.2±0.7 ^{aA}
15	4.4±0.6 ^{abA}	4.0±0.6 ^{ab}	3.1±1.1 ^{aA}	2.9±0.9 ^{aA}	2.4±0.8 ^{aA}	2.5±0.7 ^{aA}	2.5±1.2 ^{abA}	2.3±0.9 ^{abA}	2.9±1.0 ^{bA}	3.0±0.9 ^{bA}	3.0±0.9 ^{aA}	3.2±0.8 ^{aA}
20	4.8±0.7 ^{aA}	3.9±0.6 ^{ab}	3.2±1.0 ^{aA}	3.2±0.8 ^{aA}	2.4±0.9 ^{aA}	2.5±0.5 ^{aA}	2.6±0.9 ^{aA}	2.6±0.9 ^{aA}	2.5±0.8 ^{bb}	3.3±0.8 ^{abA}	2.4±0.8 ^{cA}	3.4±0.7 ^{aA}
<i>p</i> value	0.0001	0.0001	0.2319	0.2271	0.8306	0.8738	0.1647	0.1821	0.0004	0.1196	0.0001	0.0654

¹⁾ The value was expressed as the average ± standard deviation of triplicates. ^{a-d}: Means with different superscripts in the same column are significantly different. ^{A-B}: Means with different superscripts in the same row are significantly different. Sensory characteristics of the breads were assessed using the scoring difference test of 5-point numerical scale, i.e., ranging from 1(when the characteristic was weak) to 5(when it was strong).

해 머루즙을 첨가한 반죽 및 완성된 빵의 pH는 농도의존적으로 감소하는 경향을 나타내었다(Table 3, 5). 이러한 기계적 평가 결과는 관능적 평가에서도 유사하게 나타났다. 즉, 신맛의 경우, 머루즙 첨가농도가 증가함에 따라 신맛의 강도 역시 증가하는 경향을 보였다. 특히, 20% 첨가빵에서는 무첨가군과 관능적으로 뚜렷이 차별될 만큼 신맛이 증가된 것으로 확인되었다. 그러나, 제조된 식빵의 신맛에 대한 관능적 특성은 1.9~2.6의 비교적 좁은 범위에서 평점 분포를 보임으로써, 머루즙 종류 및 첨가농도에 따른 기호도에는 유의적 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다.

WGJ 첨가군 vs. WGS 첨가군. 머루즙의 종류에 따른 빵의 관능적 특성 차이는 색(color), 빵의 부드러운 정도(consistency)와 촉촉한 정도(moistness)에서 유의적인 차이가 관찰되었다(Table 8, 9). 색의 경우, WGJ 첨가군과 WGS 첨가군 모두에서 머루즙의 첨가농도가 높아질수록 어두워지는 경향을 나타내었고, 이러한 경향은 머루 100%로 제조된 WGJ 머루즙을 첨가한 빵에서 더욱 두드러지게 나타났다. 빵의 색이 짙어질수록 색에 대한 기호도가

낮게 평가되어, 색상에 대한 기호도는, WGJ 첨가빵에 비해 상대적으로 밝은 WGS 첨가빵이 유의적으로 높게 나타났다. 한편, 기계적으로 평가된 빵의 경도(hardness)는 관능적으로 평가된 빵의 부드러운 정도(consistency) 및 촉촉한 정도(moistness)와 상관되어 있는 것으로 알려져 있다(Bae JH 등 2001, Park ID와 Chung DO 2003). 본 연구에서, 머루즙 첨가는 빵의 경도를 유의적이지는 않지만 다소 증가시켰으며, 이러한 경향에 있어 머루즙 종류에 의한 차이는 관찰되지 않았다(Table 7). 따라서, 빵의 부드러운 정도와 촉촉한 정도 역시 머루즙의 종류에 관계없이 다소 감소할 것으로 사료되었다. 그러나, 관능적으로 평가된 빵의 부드러운 정도와 촉촉한 정도는 머루즙 종류에 따라 약간의 차이를 나타내었다(Table 8, 9). 즉, WGJ 머루즙 첨가빵의 경우, 머루즙 첨가는 빵의 부드러운 정도와 촉촉한 정도를 유의적으로 감소시킨 것으로 평가되었고, 이는 기호도에 다소 부정적인 영향을 미친 것으로 나타났다. 반면 WGS 머루즙 첨가빵은, 부드러운 정도와 촉촉한 정도의 관능적 특성들이 무첨가군과 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 이는 기호도에서도 동일

Table 9. Preference responses to the sensory characteristics of the breads added with varied contents of wild grape extracts(WGE)¹⁾

WGE, %	Color		Flavor		Sweetness		Sourness		Consistency		Moistness		Overall acceptability	
	WGJ	WGS	WGJ	WGS	WGJ	WGS	WGJ	WGS	WGJ	WGS	WGJ	WGS	WGJ	WGS
0	3.6±0.7 ^a	3.6±0.7 ^{ab}	3.3±0.7 ^a	3.3±0.7 ^a	3.3±0.8 ^a	3.3±0.8 ^a	3.4±0.8 ^a	3.4±0.8 ^a	3.7±0.9 ^a	3.7±0.9 ^a	3.5±0.8 ^a	3.5±0.8 ^{ab}	3.7±0.7 ^a	3.7±0.7 ^a
5	3.4±0.6 ^{abB}	4.0±0.9 ^{aA}	3.5±0.7 ^{aA}	3.6±0.7 ^{aA}	3.4±0.6 ^{aA}	3.6±0.6 ^{aA}	3.5±0.6 ^{aA}	3.7±0.6 ^{aA}	3.1±0.9 ^{bb}	3.8±0.8 ^{aA}	3.0±0.7 ^{abb}	3.8±0.6 ^{aA}	3.2±0.5 ^{abb}	3.7±0.6 ^{aA}
10	3.0±0.7 ^{bcB}	3.2±0.7 ^{bcA}	3.5±0.8 ^{aA}	3.5±1.0 ^{aA}	3.1±0.8 ^{aA}	3.2±0.6 ^{aA}	3.3±0.6 ^{aA}	3.3±0.7 ^{aA}	3.1±0.6 ^{bA}	3.3±0.7 ^{aA}	3.1±0.7 ^{abA}	3.3±0.7 ^{abA}	2.9±0.7 ^{bA}	3.2±0.8 ^{aA}
15	2.8±0.8 ^{cB}	3.0±0.6 ^{cA}	3.3±0.9 ^{aA}	3.4±0.8 ^{aA}	3.1±0.9 ^{aA}	3.2±0.8 ^{aA}	3.1±0.9 ^{aA}	3.4±0.6 ^{aA}	3.1±0.8 ^{bA}	3.4±0.7 ^{aA}	3.3±0.9 ^{aA}	3.2±0.8 ^{bA}	3.2±0.9 ^{abA}	3.3±0.8 ^{aA}
20	2.7±1.1 ^{cA}	2.9±0.8 ^{cA}	3.3±1.0 ^{aA}	3.3±0.8 ^{aA}	3.1±1.1 ^{aA}	3.5±0.7 ^{aA}	3.1±0.8 ^{aA}	3.4±0.7 ^{aA}	2.5±0.9 ^{cb}	3.3±0.8 ^{aA}	2.7±0.8 ^{bb}	3.4±0.8 ^{abA}	2.8±1.2 ^{bA}	3.4±0.7 ^{aA}
<i>p</i> value	0.0017	0.0001	0.8435	0.6576	0.6167	0.1932	0.2016	0.4249	0.0012	0.1413	0.0254	0.1709	0.0101	0.1556

¹⁾ The value was expressed as the average ± standard deviation of triplicates. ^{a-d}: Means with different superscripts in the same column are significantly different. ^{A-B}: Means with different superscripts in the same row are significantly different. Preferences to the jam and its characteristics were assessed using the scoring difference test of 5-point numerical scale, i.e., ranging from 1(dislike extremely) to 5(like extremely).

하게 평가되었다. 이러한 결과들은, 식품 개발 연구에 있어서는 제품에 대한 기계적 평가(mechanical analysis)뿐 아니라 관능 평가(sensory evaluation)가 반드시 병행되어야 함을 시사해 주었다. 완성된 빵에 대한 전반적 기호도(overall acceptability)는 빵의 부드러운 정도와 촉촉한 정도에 대한 관능적 특성 평가 및 그에 대한 기호도와 일치하는 경향을 나타내었다. 즉, WGJ 머루즙 첨가빵은 무첨가빵 보다 전반적인 기호도가 낮게 평가되었으며, WGS 머루즙 첨가빵은 무첨가군과 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

따라서 머루즙을 첨가하여 제조한 식빵은 관능적 측면을 고려할 때, WGJ 머루즙보다는 WGS 머루즙이 더 우수하였으며, 특히 WGS 머루즙 5% 첨가농도에서는 색, 부드러운 정도, 촉촉한 정도 및 전반적인 기호도가 무첨가빵과 유의적인 차이를 나타내지 않았으므로, 식빵의 관능적 특성에 부정적 영향 없이 머루즙의 기능성이 부가된 빵의 개발이 가능할 것으로 사료되었다.

IV. 요약

강원도 삼척의 특산물인 머루의 활용도를 높이고 아울러 지역을 대표하는 향토식품을 개발하기 위한 일환으로, 본 연구에서는 머루즙을 첨가한 빵의 개발이 가능한지를 검토하였다. 이에 따라, 제조방법이 다른 두 종류의 머루즙(WGJ 머루즙과 WGS 머루즙)을 농도(머루즙 무첨가빵의 수분함량의 5, 10, 15, 20%)를 달리하여 첨가하여 빵을 제조한 후, 이화학적 및 관능적 특성을 머루즙 무첨가빵과 비교함으로써, 머루의 기능성이 빵의 물성에 부정적 영향 없이 부가될 수 있는지를 평가하였다. 실험에 사용된 2종류의 머루즙은 머루를 고압 하에서 끓인 후 착즙한 머루 100%인 착즙액(wild grape juice, WGJ 머루즙)과 머루와 설탕을 동량으로 하고 100여 일 동안 저장함으로써 삼투압의 원리로 추출한 wild grape sugar mixture (WGS) 머루즙이었다. 본 연구의 결과는 크게 다음과 같이 요약할 수 있다.

- **WGJ 머루즙 vs. WGS 머루즙.** WGJ 머루즙은 WGS 머루즙에 비해 수분, 조단백질, 조회분, 산도가 유의적으로 더 높았으며($p < 0.05$), 당도와 pH는 유의적으로 더 낮아($p < 0.001$), 제조방법이 다른 두 종류의 머루즙이 화학적 조성에 있어 차이가 있음을 확인하였다.

- **머루즙 무첨가군 vs. 첨가군.** 머루즙이 첨가된 반죽은 머루즙 농도에 비례하여 색은 짙어지고 pH는 감소하였다. 이는, 반죽의 색과 pH에 영향을 주는 머루즙 내의 안토시아닌과 유기산(주석산)에서 기인한 결과로 볼 수 있다. 머루즙 첨가는 빵 반죽의 경도(hardness), 점착성(gumminess), 저작성(chewiness)을 감소시켰고, 복원성(resilience)과 응집성(cohesiveness)은 증가시키는 결과를 보임으로써,

머루즙 첨가에 의해 빵 반죽의 내부적 결합력은 증가되고, 동시에 부드럽고 복원력이 개선된 반죽이 만들어졌음을 시사하였다. 그러나, 반죽의 이러한 물성은 제빵이 완료된 단계까지는 유지되지 않았다. 즉, 머루즙 첨가는 빵의 경도, 점착성, 저작성을 다소 증가시키는 경향을 나타내었으며, 이는 첫째, 제빵 이후 측정된 빵의 굽기 손실이 머루즙 첨가빵이 무첨가빵에 비해 상대적으로 높았다는 사실과 관련 있을 것으로 보인다. 또한 둘째, 머루즙 첨가에 의해 낮아진 pH가 반죽 단계에서는 발효속도 및 가스발생량에 영향을 주어 반죽의 텍스처를 개선시켰으나, 빵을 굽는 단계에서는 오히려 전분의 호화 및 팽윤을 일부 방해함으로써 빵의 경도를 증가시킨 것으로 일부 해석될 수 있다. 그러나, 제빵 상태에서 관찰된 이러한 경향은 무첨가빵과 비교할 때 유의적인 수준은 아니었으며, 머루즙 첨가는 오히려 빵의 탄력성(springiness)을 개선시킨 것으로 평가되었다.

- **WGJ 첨가군 vs. WGS 첨가군.** 머루즙의 종류에 따른 반죽 및 제빵 특성을 비교하면, 머루즙 첨가에 의한 빵 반죽의 색도 강화 및 pH 감소 경향은 동일 첨가농도에서 WGJ 첨가 반죽이 WGS 첨가 반죽에 비해 더욱 현저하게 나타났다. 이는, WGJ 머루즙이 WGS 머루즙에 비해 순수 머루의 함량이 높았으므로, 이에 따라 반죽의 색과 pH에 영향을 주는 머루즙 내의 안토시아닌과 주석산의 함량도 WGJ 첨가 반죽에서 상대적으로 더 높았기 때문이다. 머루즙 종류 및 첨가농도 의한 색과 pH의 이러한 변화 경향은 제빵 이후에까지 일관되게 유지되었다. 한편, 제조방법이 다른 두 종류의 머루즙에 의한 차이는 제빵 완료 이후 관능평가에서 비교적 뚜렷이 관찰되었다. 즉 WGJ 머루즙 첨가빵은 머루즙 첨가에 의해 빵의 부드러운 정도(consistency)와 촉촉한 정도(moistness)가 유의적으로 감소되어 무첨가빵에 비해 전반적 기호도(overall acceptability)가 낮게 평가되었으나, WGS 머루즙 첨가빵은 무첨가빵과 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 따라서, 머루즙 종류에 의한 유의적 차이가 관찰된 관능 평가 결과를 고려한다면, WGJ 머루즙보다는 WGS 머루즙의 첨가가 더 바람직할 것으로 보인다. 또한, WGS 머루즙을 5% 첨가했을 때, 빵의 물성 및 관능적 특성이 무첨가빵과 유의적인 차이를 나타내지 않거나 혹은 개선된 현상이 관찰되었으므로, 빵의 품질 및 기호도의 유의적 저하 없이 머루즙의 기능성이 제빵에 부가될 수 있을 것으로 사료되었다.

참고문헌

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. The Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. U.S.A. pp 777-784

- Bae JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C. 2001. Qualities of bread added with Korean persimmon (*Diospyros kaki L. folium*). leaf power. J Korean Soc Food Sci Nutr 30(5):882-887
- Bae JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C. 2003. Physicochemical properties of onion powder added wheat flour dough. Korean J Food Sci Technol 35(3):436-441
- BeMiller JN, Huber KC. 2008. Carbohydrates. pp 84-154. In: Food Chemistry. Damodaran S, Parkin KL, Fennema OR (ed). CRC Press, Boca Raton, FL. U.S.A.
- Campbell AM. 1992. Flour, flour mixtures, and cereal products. In: Food Theory and Applications. Bowers J (ed). Macmillan Publishing Company, New York, NY. U.S.A. pp 259-358
- Chang SK, Kim JH, Oh HS. 2008. The development of functional cold buckwheat noodles using biological activities of hot water extracts of *Ligularia fischeri* and *Angelica gigas Nakai*. Korean J Food Culture 23(4):479-488
- Cho SD, Kim GH. 2005. Food product development and quality characteristics of *Ligularia fischeri* for food resources. Korean J Food Preserv 12(1):43-47
- Choi SY, Cho HS, Kim HJ, Ryu CH, Lee JO, Sung NJ. 2006. Physicochemical analysis and antioxidative effects of wild grape (*Vitis coignetia*) juice and its wine. Korean J Food Nutr 19(3):311-317
- Jeon JR, Kim J. 2004. Properties on the quality characteristics and microbial changes during storage added with extracts from *Ulmus cortex*. Korean J Food Cookery Sci 20(2):180-186
- Jung DS, Lee FZ, Eun JB. 2002. Quality properties of bread made of wheat flour and black rice flour. Korean J Food Sci Technol 34(2):232-237
- Kang IJ, Ham SS, Chung CK, Lee SY, Oh DH, Choi KP, Do JJ. 1997. Development of fermented soysauce using *Cirsium setidens Nakai* and Comfrey. J Korean Soc Food Sci Nutr 26(6):1152-1158
- Kang NE, Kim HY, Lee IS. 2006. Quality characteristics of the walnut bread with varied levels of resistant starch. Korean J Food Culture 21(3):290-296
- Kim MH, Shin MS. 2003. Quality characteristics of bread made with brown rice flours of different preparations. Korean J Soc Food Cookery Sci 19(2):136-143
- Kim YH, Cho NJ, Im MH. 2005. Rheological properties of dough and quality characteristics of bread added with silkworm powder. Korean J Food Sci Technol 37(3):377-388
- Kim YH. 2004. Effect of silkpeptide on physicochemical properties of bread dough. Korean J Food Sci Technol 36(2):246-254
- Korea Health Industry Development Institute. 2007. In-depth Analysis on the 3rd (2005) Korean Health and Nutrition Examination Survey: Nutrition Survey, Ministry of Health and Welfare, Seoul, Korea. pp 1-120
- Kwon KS, Kim YS, Song GS, Hong SP. 2004. Quality characteristics of bread with Rubi Fructus (*Rubus coreanus Miquel*) juice. Korean J Food Nutr 17(3):272-277
- Lee JH, Kwon KI, Bae JH. 2005. Physicochemical properties of bread dough added with jujube extracts. Korean J Food Sci Technol 37(4):590-596
- Lim EJ, Lee YH, Huh CO, Kwon SH, Kim JY, Han YB. 2007. Rheological properties of bread dough added with *Enteromorpha intestinalis*. Korean J Food Sci Technol 39(6):652-657
- National Rural Resources Development Institute RDA. 2007. Food Composition Table. Seoul, Korea. pp 100-325
- Oh HJ, Kim CS. 2004. Development of yeast leavened pan bread using commercial *doenjangs* (Korean soybean paste): 2. Correlation between factors relating with dough extensibility and bread quality in addition of *doenjang*. J Korean Soc Food Sci Nutr 33(5):880-887
- Park ID, Chung DO. 2003. Studies on the physiological and sensory properties of herb bread. Korean J Soc Food Cookery Sci 19(5):539-545
- Park WP, Cho SH, Lee SC, Kim SY. 2008. Quality characteristics of bread added with powder and concentrate of *Prunus mume*. Korean J Food Preserv 15(5):682-686
- Sikorski ZE, Pokorny J, Damodaran S. 2008. Physical and chemical interactions of components in food systems. In: Food Chemistry. Damodaran S, Parkin KL, Fennema OR (ed). CRC Press, Boca Raton, FL. U.S.A. pp 849-883
- Skoog DA, West DM, Holler FJ, Crouch SR. 2000. Analytical Chemistry: An Introduction. Sanders College Publishing. Philadelphia, PA, U.S.A. pp 259-316
- Surh J, Kim JO, Kim MH, Lee JC, Lee BY, Kim MY, Yang HW, Yun S, Jeong HR. 2009. Nutritional properties, as food resources for menu development, of cubed snailfish, shaggy sea raven, and two kinds of wild vegetables that are staple products in Samcheok. Korean J Food Cookery Sci 25(6):690-702
- Wikipedia. Wikipedia free encyclopedia. Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/Tartaric_acid. Accessed September 8, 2010
- Xia EQ, Deng GF, Guo YJ, Li HB. 2010. Biological activities of polyphenols from grapes. Int J Mol Sci 11(2):622-646
- Yun S, Jeong HR, Kim MH. 2010. A survey on the breakfast skipping rate of Korean adults relative to their lifestyle and breakfast skipping reasons and dietary behavior of breakfast skippers. Korean J Community Nutrition 15(2):191-205

2010년 7월 30일 접수; 2010년 9월 29일 심사(수정); 2010년 9월 29일 채택